

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 436 809 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90122050.9**

(51) Int. Cl.⁵: **B06B 1/06**

(22) Anmeldetag: **17.11.90**

(30) Priorität: **09.01.90 DE 4000362**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.07.91 Patentblatt 91/29

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT

(71) Anmelder: **Richard Wolf GmbH**
Pforzheimer Strasse 32
W-7134 Knittlingen(DE)

(72) Erfinder: **Schäfer, Dagobert, Dipl.-Ing.**
Erasmusweg 9
W-7519 Bretten(DE)

(74) Vertreter: **Wilcken, Thomas, Dipl.-Ing. et al**
Musterbahn 1
W-2400 Lübeck(DE)

(54) **Ultraschallwandler mit piezoelektrischen Wandlerelementen.**

(57) Es ist ein Ultraschallwandler (1) für die Lithotripsie beschrieben, bei dem piezoelektrische Wandlerelemente (2) an einem Träger (3) befestigt sind und frontseitig mit ersten sowie rückseitig mit zwei Elektroden (4,5) verbunden sind, die an einen elektrischen Impulsgenerator (9) anschließbar sind. Um insbesondere bei fokussierenden Wandlern die Gefahr von Gewebeschädigungen im Foksumfeld zu vermeiden, sind die Elektroden (4,5) so ausgebildet, daß im frontseitigen Teil der Wandlerelemente (2) ein homogenes Feld und im gegenüberliegenden, rückseitigen Teil der Wandlerelemente (2) ein inhomogenes Feld erzeugt wird. Dadurch wird die Amplitude des neben dem positiven Druckpuls auftretenden negativen Pulses reduziert, welcher letzterer für die Gefahr dieser Gewebeschädigungen verantwortlich ist. Um diesen Effekt zu erreichen, ist jedes Wandlerelement (2) mit einer topfförmigen Elektrode (4,5) versehen, die den rückseitigen Teil des Wandlerelementes (2) einschließt.

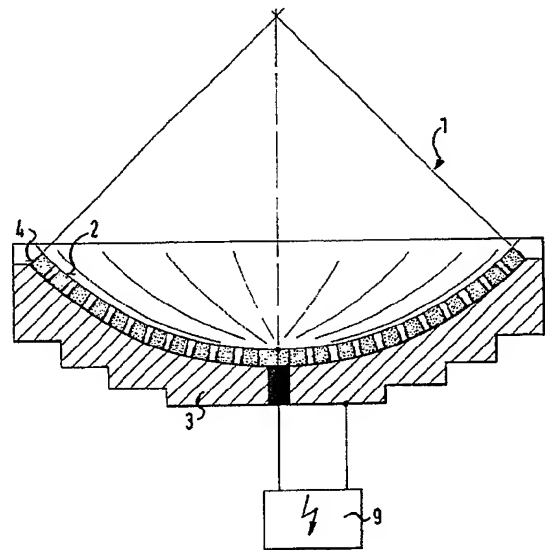


FIG. 2

EP 0 436 809 A2

ULTRASCHALLWANDLER MIT PIEZOELEKTRISCHEN WANDLERELEMENTEN

Die Erfindung betrifft einen Ultraschallwandler für die Lithotripsie, bei dem piezoelektrische Wandlerelemente an einem Träger befestigt sind und frontseitig mit ersten sowie rückseitig mit zweiten Elektroden verbunden sind, die an einen elektrischen Impulsgenerator anschließbar sind, um über die Elektroden impulsweise elektrische Felder in den Wandlerelementen zu erzeugen und diese zum Schwingen anzuregen.

Derartig konzipierte Ultraschallwandler sind bekannt. Ihre Wirkungsweise beruht darauf, daß bei Anlegen einer Spannung das piezokeramische Wandlerelement im Innern desselben schlagartig ein mechanischer Spannungszustand erzeugt wird, der dadurch entsteht, daß sich im Innern des Wandlerelementes ein elektrisches Feld aufbaut, das bewirkt, daß jede Schicht des Wandlerelementes das Bestreben hat, ihre Dicke zu ändern. Bei Planparallelität der Elektroden der Keramikkörper der Wandlerelemente entsteht dabei im Innern derselben ein homogenes elektrisches Feld, das bei auf einem reflexionsfreien rückseitigen Träger (backing) befestigten Wandlerelementen neben positiven Druckpulsen auch Druckpulse mit negativen Vorzeichen erzeugt. Diese treten als Zugimpulse in Erscheinung, die insbesondere bei den üblichen fokussierenden Wandlern die Gefahr von Gewebeschädigungen im Fokusbereich mit sich bringen.

Um diese Gefahr zu minimieren, hat man verschiedene Maßnahmen getroffen, die eine Reduzierung der Amplitude der emittierten negativen Pulswellen zum Ziel haben.

So ist aus der DE-PS 34 25 992 ein piezoelektrischer Wandler zu entnehmen, bei dem eine Vielzahl von Wandlerelementen an der Frontseite eines kugelkalottenförmigen Trägers angeordnet sind. Dabei ist das Kalottenmaterial so gewählt, daß dessen Wellenwiderstand von dem der Keramikelemente kaum abweicht und die Rückseite der Oberfläche der Kalotte so gestaltet, daß die daran reflektierten, von den Keramikelementen erzeugten Schallwellen nicht fokussiert werden. Damit läßt sich zwar ein günstiges Verhältnis der Amplituden der positiven und der negativen Pulse erreichen, jedoch kann eine erwünschte weitere Reduzierung der negativen Pulse nicht erreicht werden, da deren Form an der Grenzschicht Wandlerelement-Träger durch die vorhandene Geometrie der Wandlerelemente und der Elektrodenanordnung vorgegeben ist.

Die DE-OS 31 19 295 zeigt eine weitere Einrichtung zur Zerstörung von Konkrementen, bei der die Gefahr der Gewebeschädigung dadurch reduziert wird, daß der auf das Konkrement zu fokussierende Ultraschallwandler so großflächig ist, daß ei-

nerseits die Schalleistungsdichte auf dem Transmissionsweg klein, andererseits im Fokus aber so groß ist, daß sie zur Zerstörung des im Fokus befindlichen Konkrementes ausreicht.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, einen Ultraschallwandler mit hoher Schalleistungsdichte im Fokus zu schaffen, bei dem der negative Druckpuls so weit reduziert ist, daß jegliche Gefahr einer Gewebeschädigung im Umfeld des Konkrementes und auf dem Transmissionsweg vermieden wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Elektroden so ausgebildet und derart angeordnet sind, daß im Bereich des einen Endes der Wandlerelemente ein homogenes Feld und im gegenüberliegenden Bereich der Wandlerelemente ein inhomogenes Feld erzeugbar ist. Das kann dadurch erreicht werden, daß die zweiten Elektroden eine wenigstens teilweise zu den ersten Elektroden abweichend verlaufende Form haben und konkret dadurch, daß die zweiten, topfförmig ausgebildeten Elektroden jeweils den einen Bereich der Wandlerelemente vollständig einschließen.

Durch diese Maßnahme erhöht sich die Amplitude des positiven Druckpulses, während gleichzeitig die des negativen Druckpulses reduziert und dessen zeitliche Dauer vergrößert wird. Es ergibt sich also ein gegenläufiges Verhalten bei der Entstehung der positiven und negativen Druckpulse, wobei die Dauer multipliziert mit dem Quadrat der Amplitude ein Maß für die in dem jeweiligen Druckpuls enthaltene Energiedichte darstellt.

Nach einer bevorzugten Ausführung kann der Boden der topfförmigen zweiten Elektroden parallel zu den ersten Elektroden verlaufen. Die zweiten Elektroden können aber auch in Form von Ringen ausgebildet sein, die auf gleicher Achse wie die ihnen zugeordneten Wandlerelemente liegen und jeweils den rückseitigen Teil der Wandlerelemente umfassen.

Dabei kann die elektrische Verbindung rückseitig dadurch erfolgen, daß die rückseitigen Endflächen der Wandlerelemente und der Ringe elektrisch leitend mit dem ebenfalls leitenden Träger verbunden werden. Eine weitere Möglichkeit der rückseitigen elektrischen Verbindung besteht darin, daß die zweiten Elektroden durch Ausnehmungen im elektrisch leitenden Träger gebildet sind, und daß die Elektroden mit ihren rückseitigen Teilen in den Ausnehmungen festgelegt sind. Der frontseitige elektrische Anschluß der Wandlerelemente kann dadurch erfolgen, daß die frontseitigen Enden der Wandlerelemente gemeinsam mit einem die ersten Elektroden bildenden elektrischen Leiter abgedeckt sind.

Der erfindungsgemäße Schallwandler ist nach-

stehend anhand einiger, in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1

einen fokussierenden Ultraschallwandler bekannter Bauart,

Figur 2

einen Querschnitt durch den Ultraschallwandler nach Figur 1 mit einer erfindungsgemäßen Ausbildung der trägerseitigen Elektroden,

Figur 3

eine vergrößerte schematische Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Wandlerelementes mit dem nach Anlegen einer Spannung in diesem entstehenden elektrischen Feld,

Figur 4

eine Variante der Ausbildung der Elektroden für den elektrischen Anschluß der Wandlerelemente,

Figur 5, 6 und 7

verschiedene erfindungsgemäße Ausgestaltungen der rückseitigen Elektroden.

In Figur 1 ist ein fokussierender Ultraschallwandler 1 gezeigt, der eine Vielzahl von piezoelektrischen Ultraschall-Wandlerelementen 2 in einer Ringanordnung um die Mittelachse aufweist. Der Ultraschallwandler 1 ist kugelkalottenförmig gestaltet und ist damit mechanisch fokussiert und kann darüber hinaus in bekannter und daher nicht näher zu beschreibender Weise elektronisch fokussierbar sein.

Die Wandlerelemente 2 sind gemäß Figur 2 mit ihren rückseitigen Enden auf einem elektrisch leitfähigen Träger 3, der eine kalottenförmige Grundgestalt hat, vorzugsweise durch Kleben befestigt. Jedes Wandlerelement 2 ist dabei, wie besser in Figur 3 zu erkennen ist, an seinem rückseitigen Ende durch eine topfförmige Elektrode 4 eingefaßt, so daß diese den Kontakt zu dem elektrisch leitfähigen Träger 3 bildet. Dieser Kontakt wird durch Anwendung eines ebenfalls elektrisch leitfähigen Klebers sichergestellt. Die topfförmige Ausbildung der Elektrode 4 bewirkt, daß nicht nur die ebene Stirnfläche der Wandlerelemente 2 elektrisch leitend angeschlossen ist, sondern auch Teile der seitlichen Begrenzungsflächen derselben. Dieser Umstand bewirkt, daß bei Anlegen einer Spannung zwischen einer frontseitigen Elektrode 5 und den rückseitigen topfförmigen Elektroden 4 ein elektrisches Feld wie in Figur 3 durch seine Äquipotentiallinien angedeutet aufgebaut wird, das in den Wandlerelementen 2 frontseitig homogen und rückseitig inhomogen ist, da hier eine Verzerrung durch die Topfform der Elektrode 4 eintritt. Um diesen erwünschten Effekt zu erreichen, ist Voraussetzung, daß das rückseitige, inhomogene elektrische Feld das frontseitige, homogene Feld nicht bzw. nur unwesentlich beeinflusst, was sichergestellt ist,

wenn der Durchmesser des Wandlerelementes 2 seine Höhe nicht wesentlich überschreitet. Die frontseitige Elektrode 5 kann in Form einer elektrisch leitfähigen Folie vorgesehen sein, mit der die frontseitigen Stirnflächen der Wandlerelemente 2 verbunden werden.

Der Aufbau des Ultraschall-Wandlers 1 nach Fig. 4 sieht vor, daß die Wandlerelemente 2 mit ihren frontseitigen Stirnflächen an einer die Schallenergie leitenden und elektrisch leitfähigen Platte 6 befestigt und die rückseitig an den Wandlerelementen 2 angebrachten topfförmigen Elektroden 4 einzeln miteinander elektrisch leitend verbunden werden.

Nach Fig. 5 sind die erfindungsgemäß ausgestalteten Wandlerelemente 2 mit ihren rückseitigen, durch topfförmige Elektroden 4 eingefaßten Enden auf einer ebenen Trägerfläche befestigt und nach Fig. 6 in eine Ausnehmung 7 in dem Träger 3 eingepaßt, womit die topfförmige Ausgestaltung der Elektrode 4 gegeben ist. Nach Fig. 7 ist eine kegelförmige Ausnehmung 8 vorgesehen, die ebenfalls eine Inhomogenität des elektrischen Feldes im Bereich des rückseitigen Endes des Wandlerelementes 2 bewirkt.

Die pulsweise elektrische Beaufschlagung der Wandlerelemente 2 erfolgt in bekannter Weise durch einen Impulsgenerator 9, dessen Pole einerseits an dem Träger 3 und andererseits an der die Front-Stirnseiten der Wandlerelemente 2 verbindenden Folie angeschlossen werden.

Patentansprüche

1. Ultraschallwandler für die Lithotripsie, bei dem piezoelektrische Wandlerelemente an einem Träger befestigt sind und frontseitig mit ersten sowie rückseitig mit zweiten Elektroden verbunden sind, die an einen elektrischen Impulsgenerator anschließbar sind, um über die Elektroden impulsweise elektrische Felder in den Wandlerelementen zu erzeugen und diese zum Schwingen anzuregen, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (4 bzw. 5) so ausgebildet und derart angeordnet sind, daß im Bereich des einen Endes der Wandlerelemente (2) ein homogenes Feld und im gegenüberliegenden Bereich der Wandlerelemente (2) ein inhomogenes Feld erzeugbar ist (Figuren 1 bis 6).
2. Ultraschallwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Elektroden (4) eine wenigstens teilweise zu den ersten Elektroden abweichend verlaufende Form haben. (Figuren 1 bis 6).
3. Ultraschallwandler nach den Ansprüchen 1 und

2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Elektroden (4) topfförmig ausgebildet jeweils den rückseitigen Teil der Wandlerelemente (2) einschließen.(Figuren 1 bis 4).

4. Ultraschallwandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden der topfförmigen zweiten Elektroden(4) parallel zu den ersten Elektroden (5) verläuft. (Figuren 1 bis 4)
5. Ultraschallwandler nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Elektroden (4) als Ringe ausgebildet sind, die auf gleicher Achse wie die ihnen zugeordneten Wandlerelemente (2) liegen und jeweils den rückseitigen Teil der Wandlerelemente (2) einfassen.(Figur 5)
6. Ultraschallwandler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die rückseitigen Endflächen der Wandlerelemente (2) und der Ringe elektrisch leitend mit dem ebenfalls leitenden Träger (3) verbunden sind. (Figur 5)
7. Ultraschallwandler nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Elektroden (4) durch Ausnehmungen (7 bzw. 8) im elektrisch leitenden Träger (3) gebildet sind und daß die Elektroden mit ihren rückseitigen Teilen in den Ausnehmungen (7 bzw. 8) festgelegt sind. (Figuren 6 und 7)
8. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 7,dadurch gekennzeichnet, daß die frontseitigen Enden der Wandlerelemente (2) gemeinsam mit einem die ersten Elektroden (5) bildenden elektrischen Leiter abgedeckt sind. (Figuren 2 und 4)

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

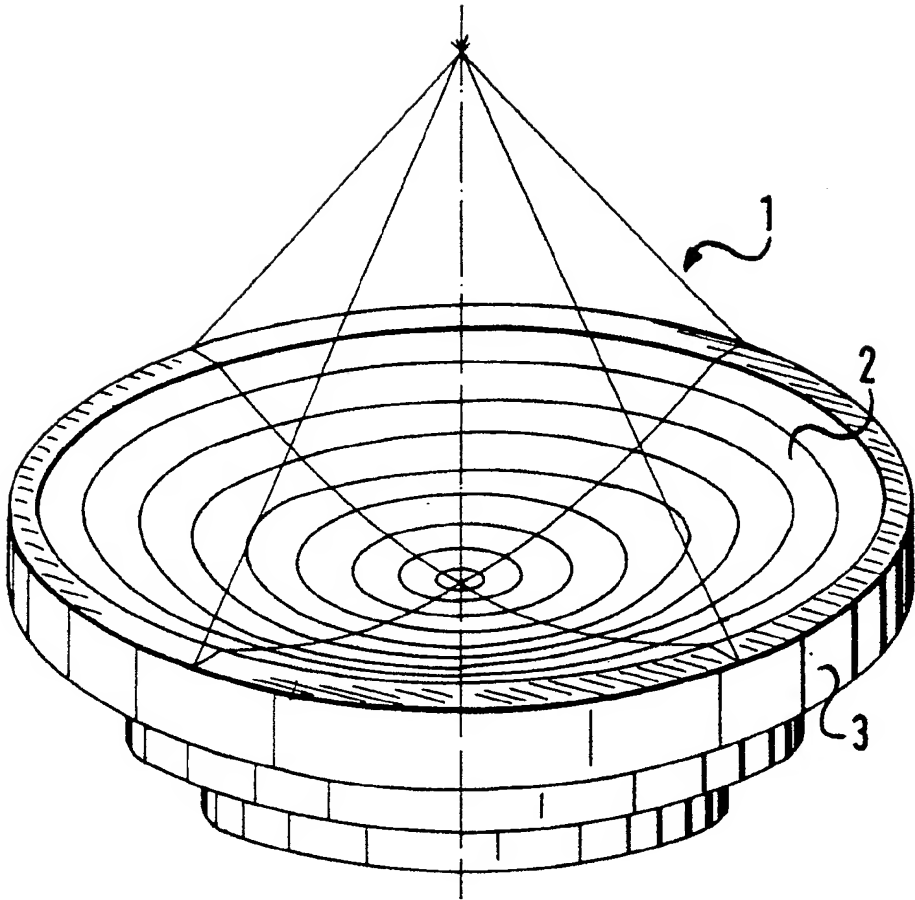


FIG. 1

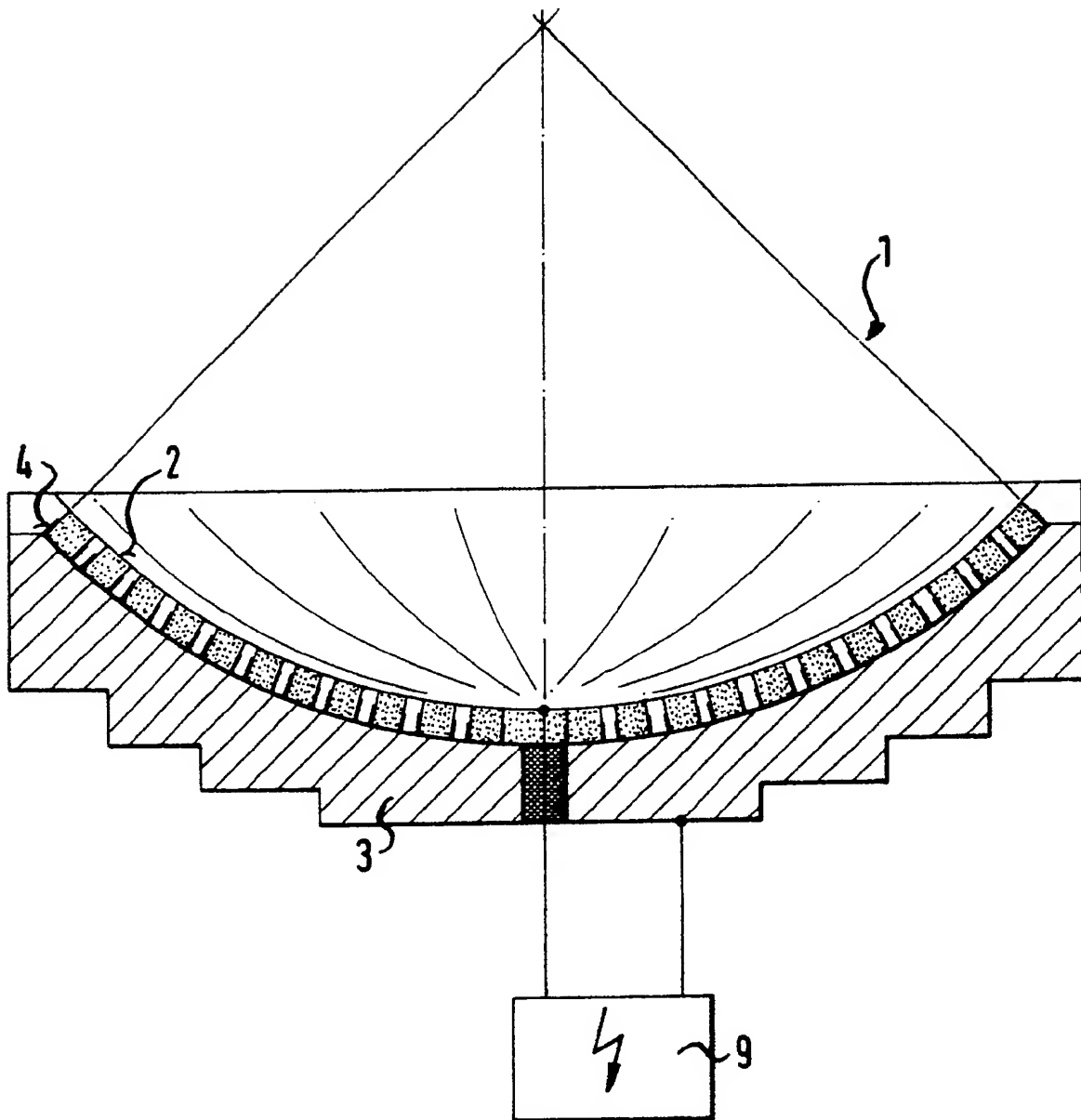


FIG. 2

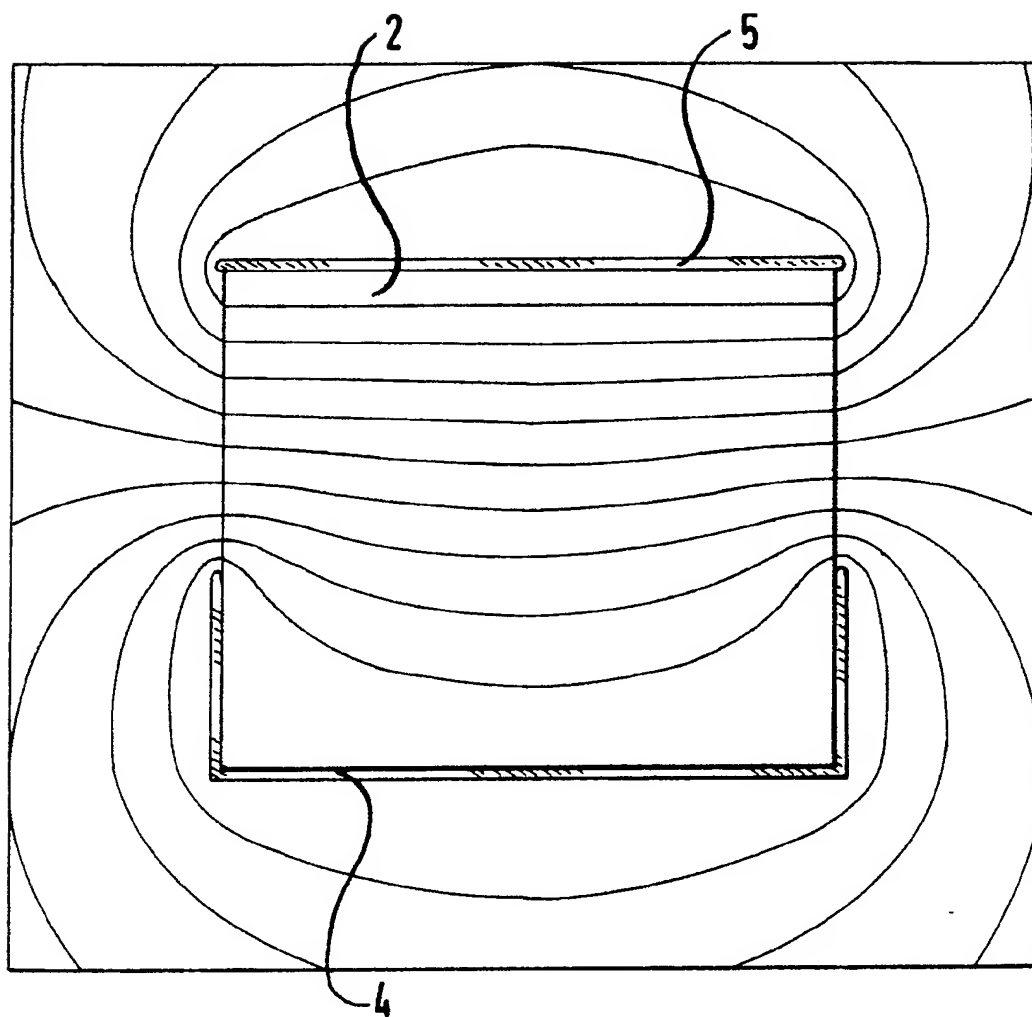


FIG. 3

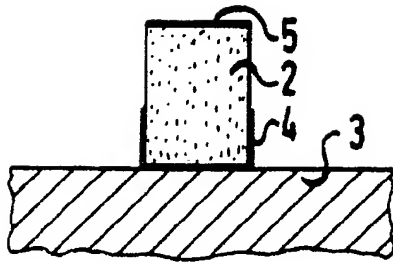


FIG. 5

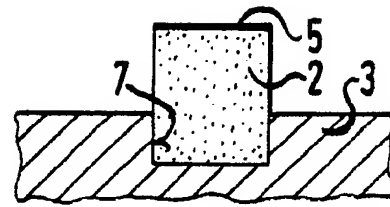


FIG. 6

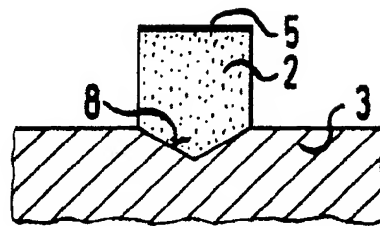


FIG. 7

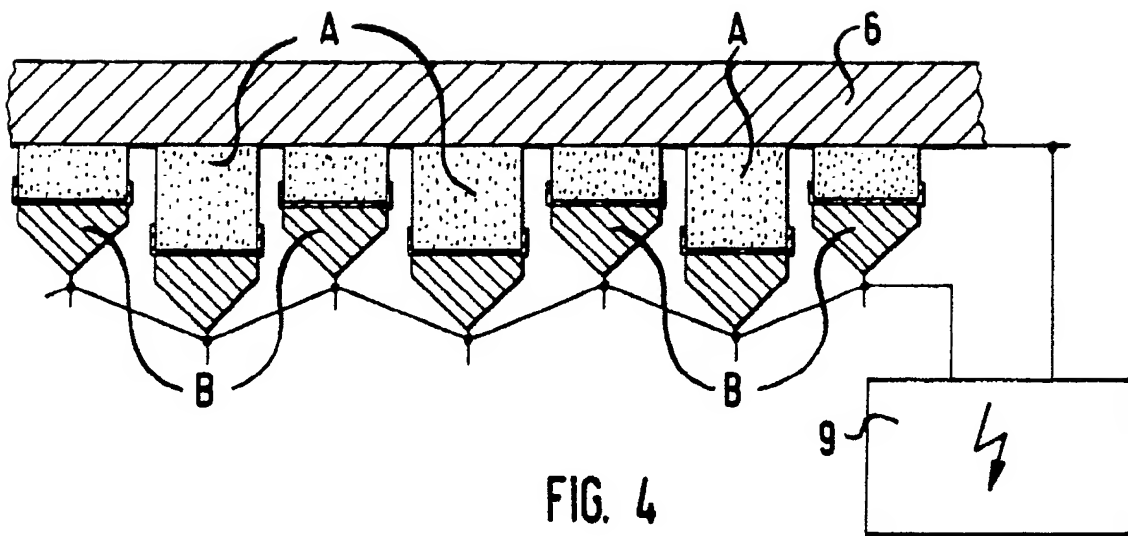


FIG. 4